

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Школа – Инженерная школа ядерных технологий

Направление подготовки – 14.03.02 «Ядерные физика и технологии»

Отделение школы (НОЦ) – Отделение ядерно-топливного цикла

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Отработка состава и технологии получения углеродных таблеток из смесей с добавлением фторопласта

УДК 661.666.4-026.771:678.743.41

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А6Д	Адилханов Диас Ерланулы		25.05.2020

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОЯТЦ ИЯТШ	Д.Г. Видяев	д.т.н		25.05.2020

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШИП	Е.С. Киселева	к.э.н.		25.05.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЯТЦ ИЯТШ	Т.С. Гоголева	к.ф.-м.н.		25.05.2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
14.03.02. Ядерные физика и технологии	П.Н. Бычков	к.т.н		25.05.2020

Томск – 2020 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (компетенции)
P1	Демонстрировать культуру мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения; стремления к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства; владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыки работы с компьютером как средством управления информацией; способность работы с информацией в глобальных компьютерных сетях.
P2	Способность логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь; критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков.
P3	Готовностью к кооперации с коллегами, работе в коллективе; к организации работы малых коллективов исполнителей, планированию работы персонала и фондов оплаты труда; генерировать организационно-управленческих решения в нестандартных ситуациях и нести за них ответственность; к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений; осуществлению и анализу исследовательской и технологической деятельности как объекта управления.
P4	Умение использовать нормативные правовые документы в своей деятельности; использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач, анализировать социально-значимые проблемы и процессы, осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности.
P5	Владеть одним из иностранных языков на уровне не ниже разговорного.
P6	Владеть средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья, готов к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
P7	Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
P8	Владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий; И быть готовым к оценке ядерной и радиационной безопасности, к оценке воздействия на окружающую среду, к контролю за соблюдением экологической безопасности, техники безопасности, норм и правил производственной санитарии, пожарной, радиационной и ядерной безопасности, норм охраны труда; к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям, требованиям безопасности и другим нормативным документам; за соблюдением технологической дисциплины и обслуживанию технологического оборудования ; и к организации защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятия; и понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны).
P9	Уметь производить расчет и проектирование деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования; разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформление законченных проектно-конструкторских работ; проводить предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов установок и приборов

P10	Готовность к эксплуатации современного физического оборудования и приборов, к освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новых материалов, приборов, установок и систем; к наладке, настройке, регулировке и опытной проверке оборудования и программных средств; к монтажу, наладке, испытанию и сдаче в эксплуатацию опытных образцов приборов, установок, узлов, систем и деталей.
P11	Способность к организации метрологического обеспечения технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции; и к оценке инновационного потенциала новой продукции.
P12	Способность использовать информационные технологии при разработке новых установок, материалов и приборов, к сбору и анализу информационных исходных данных для проектирования приборов и установок; технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, к подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций; к составлению отчета по выполненному заданию, к участию во внедрении результатов исследований и разработок; и проведения математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.
P13	Уметь готовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа; использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и базы данных в своей предметной области; и выполнять работы по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов.
P14	Готовность к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов; анализу затрат и результатов деятельности производственных подразделений; к разработке способов применения ядерно-энергетических, плазменных, лазерных, СВЧ и мощных импульсных установок, электронных, нейтронных и протонных пучков, методов экспериментальной физики в решении технических, технологических и медицинских проблем.
P15	Способность к приемке и освоению вводимого оборудования, составлению инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний; к составлению технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы, оборудование), а также установленной отчетности по утвержденным формам; и к организации рабочих мест, их техническому оснащению, размещению технологического оборудования

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа – Инженерная школа ядерных технологий

Направление подготовки (специальность) – 14.03.02 «Ядерная физика и технологии»

Отделение школы (НОЦ) – Отделение ядерно-топливного цикла

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

П.Н. Бычков
« ____ » _____ 2020 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
0А6Д	Адилханову Диасу Ерланулы

Тема работы:

Отработка состава и технологии получения углеродных таблеток из смесей с добавлением фторопласта	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 59-84/С от 28.02.2020 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	25.05.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	1. Отработка состава и условий изготовления углеродных таблеток из смесей с добавлением фторопласта
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Обзор и анализ свойств углеродных материалов применимых для сорбции водорода, способов увеличения внутренней поверхности таблеток и веществ, выступающих в роли пластификаторов при фабрикации углерода 2. Подбор условий и вариантов составов пресс-порошков, пригодные для изготовления углеродных таблеток при добавлении пластификаторов 3. Изготовление и анализ полученных углеродных таблеток

	4. Выводы по работе. Заключение
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Практическая часть	Профессор ОЯТЦ ИЯТШ Д.Г. Видяев
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСГН ШИП Е.С. Киселева
Социальная ответственность	Ассистент ОЯТЦ ИЯТШ Т.С. Гоголева

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	17.01.2020
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОЯТЦ ИЯТШ	Д.Г. Видяев	д.т.н		17.01.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А6Д	Адильханов Диас Ерланулы		17.01.2020

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
0А6Д	Адилъханову Диасу Ерланулы

Школа	ИЯТШ	Отделение школы (НОЦ)	ОЯТЦ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	14.03.02 Ядерные физика и технологии/Физика кинетических явлений

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Оклад руководителя и инженера определены в соответствии с внутренними нормами ТПУ.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30,2 %. (НК РФ)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение анализа конкурентоспособности SWOT – анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Построение графика Гантта
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчёт и оценка сравнительной финансовой эффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	28.02.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Киселева Е.С.	к.э.н.		28.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А6Д	Адилъханов Диас Ерланулы		28.02.2020

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
0А6Д	Адилъханов Диас Ерланулы

Школа	ИЯТШ	Отделение (НОЦ)	ОЯТЦ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	14.03.02. Ядерные физика и технологии/Физика кинетических явлений

Тема ВКР:

Отработка состава и технологии получения углеродных таблеток из смесей с добавлением фторопласта	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Работа посвящена определению основных способов развития сорбционной способности и технологии получения углеродных таблеток из смесей с добавлением фторопласта.</p> <p>В качестве материалов используются пресс порошки из технического углерода, различного состава, с добавлением фторопласта.</p> <p>Углеродные таблетки используются в качестве сорбента для водорода.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Санитарноэпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронновычислительным машинам и организации работы»; – СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений; – СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки; – СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05- 95; – ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> – вредные факторы: отклонение показателей микроклимата, недостаточная освещенность рабочей зоны, шум, электромагнитное излучение, вредные вещества. – опасные факторы: повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; электрический ток.
3. Экологическая безопасность:	анализ воздействия отходов производства фторопласта Ф-4Д на окружающую среду.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	анализ наиболее типичной ЧС - возникновение пожара на рабочем месте.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	28.02.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЯТЦ ИЯТШ	Гоголева Т.С	к.ф.-м.н.		28.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0А6Д	Адильханов Д.Е.		28.02.2020

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 92 страницы, 19 рисунков, 40 таблиц, 16 источников, 15 формул.

Ключевые слова: технический углерод, сорбент, стеарат натрия, фторопласт, пластификатор.

Объектом исследования является технический углерод, который используется в качестве сорбента для хранения водорода.

Цель работы является отработка состава и методики изготовления углеродных таблеток из смесей с добавлением фторопласта

В процессе исследования проводились: анализ свойств углеродных материалов, определение ряда основных параметров для процесса изготовления углеродных таблеток, изготовление углеродных таблеток из пресс-порошков различного состава и их анализ.

В результате исследования свойств этих материалов, были получены необходимые данные для проведения дальнейших теоретических и экспериментальных исследований. Определили основные параметры, к которым относятся доля фторопласта, входящего в состав таблетки, давление прессования при изготовлении образцов и предельная температура нагрева заготовок. Установлено, что наибольший объем пор достигается при добавлении к углероду 5 % фторопласта и составляет 25,4 % от объема, что на 1,8 % больше, чем у таблеток из чистого углерода, т.е. таблетки с данным составом наиболее перспективны в плане сорбционного процесса.

Содержание

Реферат	9
Введение	13
1. Обзорная глава	15
1.1 Альтернативные источники энергии	15
1.2 Способы хранения водорода	17
1.3 Углеродные материалы и их свойства	20
1.3.1 Строение.....	21
1.3.2 Физические свойства	22
1.3.3 Химические свойства	24
1.4 Технология производства таблеток	25
1.5 Вспомогательные материалы для прессования	26
1.5.1 Свойства стеарата натрия	27
1.5.2 Свойства фторопласта Ф4Д.....	28
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	30
3.1 Анализ конкурентных технических решений	30
3.2 SWOT-анализ	32
3.3 Планирование научно-исследовательских работ.....	34
3.4 Определение трудоемкости выполнения работ	35
3.5 Разработка графика проведения исследования	36
3.6 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	40
3.6.1 Расчет амортизации специального оборудования	42
3.6.2 Основная и дополнительная заработная плата	43
3.6.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	45
3.6.4 Накладные расходы	46

3.7	Определение ресурсоэффективности исследования	47
3.7.1	Интегральный показатель ресурсоэффективности	48
4.	Социальная ответственность	52
4.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	53
4.1.1	Правовые нормы трудового законодательства	53
4.1.2	Эргономические требования к рабочей зоне	54
4.2	Производственная безопасность.....	54
4.2.1	Анализ вредных и опасных факторов, создаваемых объектом исследования	54
4.2.2	Анализ вредных и опасных факторов, возникающих в лаборатории при проведении исследований.....	55
4.2.3	Вредные факторы	56
4.2.3.1	Отклонение показателей микроклимата в помещении	56
4.2.3.2	Недостаточная освещенность	57
4.2.3.3	Шум и вибрация	58
4.2.3.4	Электромагнитное излучение	58
4.2.3.5	Вредные вещества	59
4.2.4	Опасные факторы	61
4.2.4.1	Термическая опасность	61
4.2.4.2	Поражение электрическим током.....	62
4.2.5	Мероприятия по защите от действия вредных и опасных факторов ..	64
4.3	Экологическая безопасность.....	68
4.3.1	Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	68
4.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	69
4.5	Выводы по разделу	71

Выводы	72
Заключение	73
5. Список используемых источников	74

Введение

В области энергоносителей основное внимание уделяется возобновляемым источникам (ВИ) энергии, к которым можно отнести солнце, ветер, биотопливо, мировой океан и др. Хотя запасы энергии ВИ можно считать неограниченными, возникает необходимость сохранения накопленной энергии в течении длительного времени. Одним из способов сохранения энергии является использование накопителей, в которых энергия сохраняется в химической форме. К таким накопителям можно отнести водород, на производство которого требуется совершить определенные затраты энергии, после чего он может длительное время храниться. Преимущества водорода состоят в возможности его применения, как в традиционных бензиновых двигателях внутреннего сгорания, так и в топливных ячейках, где при взаимодействии с кислородом образуется вода и выделяется электрическая энергия. [1]

Важной проблемой на пути распространения водородного топлива является создание способа хранения водорода, при котором будет обеспечиваться невозможность его детонации в случае разгерметизации системы хранения, и экономическая оправданность предлагаемого способа.

На сегодняшний день перспективными накопителями водорода считаются различные порошковые углеродные материалы, выступающие в качестве сорбентов. Применение порошков в свою очередь имеет ряд недостатков, в частности: меньшая, по сравнению с компактируемыми формами, удельная площадь контакта газа с сорбентом; низкая плотность сорбента; большое гидравлическое сопротивление при насыщении порошков газом; негативное воздействие на работу топливной системы за счет ее загрязнения мелкодисперсным сорбентом. [1]

В связи с этим возникает необходимость в разработке методики создания таблетлируемых форм хранения водорода на основе углеродных сорбентов.

Целью данной работы является отработка состава и условий изготовления углеродных таблеток из смесей с добавлением фторопласта

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1) Провести обзор и анализ свойств углеродных материалов применимых для сорбции водорода, способов увеличения внутренней поверхности таблеток и веществ, выступающих в роли пластификаторов при фабрикации углерода.

2) Подобрать условия и варианты составов пресс-порошков, пригодные для изготовления углеродных таблеток при добавлении пластификаторов.

3) Изготовить углеродные таблетки из пресс-порошков различного состава и провести их анализ.

1. Обзорная глава

1.1 Альтернативные источники энергии

В условиях приближающегося истощения традиционных энергоресурсов для любой страны значимыми являются исследования и поиск практических решений получения и использования альтернативных источников энергии.

Уже сегодня доля альтернативных источников энергии в некоторых странах достигает четверти от общего количества генерируемой энергии. К примеру, по данным Международного энергетического агентства (МЭА) лидирующие позиции в развитии внутреннего рынка альтернативных источников энергии занимают Исландия (доля ВИЭ – 25 %), Дания (20,6 %), Португалия (18 %), Испания (17,7 %) и Новая Зеландия (15,1 %). [2]

В области автотранспорта перспективными считаются: водород, метан и бутан-пропановая смесь.

Метан (CNG, Compressed Natural Gas – сжатый природный газ) является газом природного происхождения, он не имеет цвета и запаха. Наивысшая критическая температура метана составляет $-82\text{ }^{\circ}\text{C}$, то есть при нормальных условиях метан не может быть сжижен без понижения его температуры. Это обстоятельство затрудняет разработку транспортируемых систем хранения метана. Более полное сгорание метана в двигателе (по сравнению с бензином) обеспечивается большей концентрацией водорода в газе. В соответствии с данными, приведенными в таблице 1.1 видно, что удельная теплота сгорания метана близка к теплоте сгорания бензина, но в то же время в 2,4 раза ниже, чем удельная теплота сгорания водорода. Увеличение массовых затрат метана на получение той же энергии влечет за собой увеличение выброса азота и его соединений (в частности: сероводород – H_2S , меркаптановая сера – CH_3SH и различные твердые примеси) в атмосферу. [2]

Пропан-бутановая смесь имеет следующие преимущества в качестве перспективного топлива:

- нет образования нагара на внутренних поверхностях оборудования;

– не влияет на качество моторного масла, что в свою очередь приводит к меньшему износу трущихся поверхностей.

К недостаткам можно отнести следующее:

– производство пропан-бутановой смеси зависит от запасов нефти;
– происходит резкое ухудшение свойств вещества при низких температурах.

Таблица 1.1 – Удельная теплота сгорания основных топлив

Топливо	Удельная теплота сгорания, МДж/кг
Бензин	44
Водород	119,83
Метан	50
Водород + метан (50 % H ₂ и 50 % CH ₄ по массе)	85
Водород + метан + углекислый газ (33 % H ₂ , 33 % CH ₄ и 33 % CO ₂ по массе)	60
Водород + углекислый газ (50 % H ₂ и 50 % CO ₂ по массе)	65
Пропан + бутан (50 % C ₃ H ₈ и 50 % C ₄ H ₁₀ по массе)	45,6

Среди источников альтернативного топлива перспективным является водород, основным его преимуществом выступает экологическая чистота (в процессе горения выделяется вода). В России водород применяется в различных областях, традиционными выступают химическая и нефтехимическая промышленность, металлургия, органический синтез, пищевая промышленность, ракетно-космическая отрасль, стекольная промышленность и потенциальными являются транспорт (двигатели внутреннего сгорания), энергетика (газовые турбины), электрохимическая промышленность (топливные

элементы). Объем мирового производства водорода в 2013 г. оценивался в 55-58 млн т., в том числе доля России составляла 8 % или 4.5 млн т. [2]

Использование водорода в качестве основного или вспомогательного топлива в сегменте автомобильного транспорта открывает перспективы его применения в качестве глобального энергоресурса. Тем не менее, до сих пор остается ряд нерешенных проблем, наиболее важной из которых является обеспечение безопасного хранения водорода и его транспортировки. [2]

1.2 Способы хранения водорода

На сегодняшний день наиболее часто используемым способом хранения водорода является его содержание в баллонах при повышенном давлении. В зависимости от давления, водород может храниться как в газообразном, так и в сжиженном состояниях. На рисунке 1.1 представлены основные принципы, позволяющие осуществлять хранение водорода.

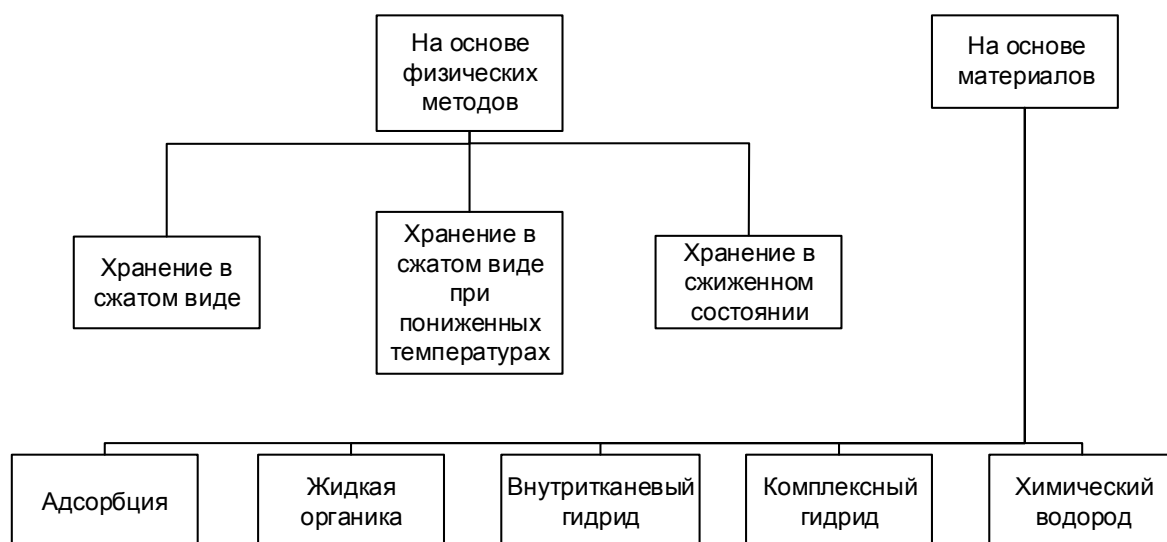


Рисунок 1.1 – Принцип хранения водорода

На основе представленных выше принципов разработаны способы хранения водорода, применяемые как для стационарного хранения, так и для транспортировки. В таблице 1.1 приведены существующие способы хранения водорода, а также их характеристики. [3]

Таблица 1.2 – Способы хранения водорода и их характеристики

Способы хранения	Содержание H ₂ , масс. %	Преимущества способа хранения	Недостатки
Основные способы хранения H ₂			
Газообразный H ₂ (27 °С, 10 МПа)	100	отработанная технология	большая масса тары, малое содержание в объеме
Жидкий H ₂ (-252,6 °С)	100	плотность – 71 кг/м ³	потери H ₂ на испарение, стоимость
Перспективные способы хранения H ₂			
Гидриды металлов, интерметаллидов и сплавов	1,4-19,35	хранение в твердой фазе удобно и безопасно	постепенная деградация структуры
Криоадсорбция	0,05-2	отработанная технология	низкое объемное содержание H ₂ – 0,5...20 кг/м ³ . Необходимость поддержания условий: -118 °С, 6,9 МПа.
Сорбция углеродными материалами	результаты исследований имеют высокую дисперсию	плотность H ₂ – 30...100 кг/м ³	недостаток опыта производства накопителей водорода на основе углеродных материалов

Таблица 1.3 – Требования системам хранения водорода, применяемым в автотранспорте

Япония	США	Международное Энергетическое Агентство
<p>Массовая доля водорода в системе >3 %.</p> <p>Температура дегидратации < 373 К.</p> <p>Возможность перезарядки при сохранении емкости системы >90% после 5000 циклов перезарядки.</p>	<p>Массовая доля водорода в системе > 6 %.</p> <p>Объемная доля газа > 3 %.</p>	<p>Массовая доля водорода в системе > 5 %.</p> <p>Температура дегидратации < 423 К.</p>

В соответствии с таблицей 1.1, перечисленные способы хранения водорода обладают как достоинствами, так и недостатками, значительно ограничивающими их использование в современной технике и технологии. В такой ситуации затруднительно определить наиболее универсальный способ хранения водорода, который можно было бы одновременно использовать как для хранения больших объемов газа стационарно, так и для транспортировки на большие расстояния. [3]

Хотя представленные в таблице 1.1 перспективные способы хранения водорода обладают определенными недостатками, в качестве дальнейшего рассмотрения был выбран способ хранения водорода путем его адсорбции углеродными материалами, поскольку данный способ лишен недостатков криоадсорбции и в перспективе может быть получена высокая плотность водорода. Удержание водорода таким способом основано на силах Ван-дер-Ваальса (межмолекулярного взаимодействия). Важным преимуществом является образование связи молекулярного водорода с сорбентом, которая приводит к отсутствию свободного газа в аккумуляторе водорода и, как следствие, исключается перспектива самопроизвольной детонации водорода. [3]

Кроме того, ранее, в работе была показана возможность использования углеродных материалов для накопления водорода, в которой одной из причин, подтверждающих перспективность использования углерода в качестве сорбента названа его развитая пористая структура. Поскольку высокая пористость материала является важным фактором процесса сорбции, в дальнейшем, предполагается использовать таблетки на основе технического углерода.

Кроме того, энергия адсорбции данного материала при различных степенях покрытия наименьшая и составляет -4,25 эВ, в то время как средняя энергия адсорбции водорода фуллеренами и нано-трубками соответственно - 2,63 эВ и -2,41 эВ. Это говорит о том, что при прочих равных условиях процесс сорбции водорода будет более стабильным при использовании технического углерода. [3]

1.3 Углеродные материалы и их свойства

Свойства веществ определяются их химическим составом, структурой кристаллической решетки и строением молекул, из которых состоит вещество.

В периодической системе углерод имеет порядковый номер 6, его атомная масса равна 12,011 г/моль. Нейтральный атом описывается следующей электронной конфигурацией: $1s^2 2s^2 2p^2$, в таком состоянии валентность атома равняется двум. В случае распределения электронов как $1s^2 2s^1 2p^3$ – атом становится четырехвалентным. На рисунке 1.2 представлена структура аллотропных модификаций углерода. [4]

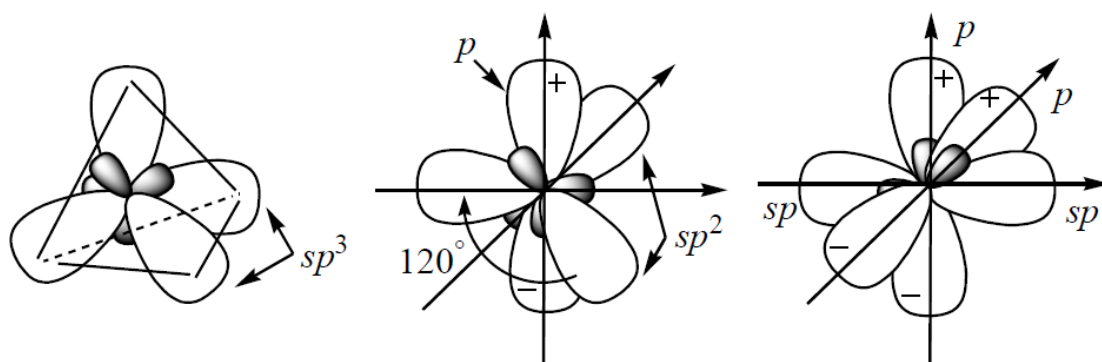


Рисунок 1.2 – Структура аллотропных модификаций углерода

Типы кристаллических решеток определяются особенностями валентного состояния атомов углерода:

1. в состоянии sp^3 –гибридизации атомы углерода могут совместно образовывать тетраэдрические σ -связи, в результате чего возникает структура алмазного типа;

2. в состоянии sp^2 –гибридизации атомы образуют многослойные структуры (например, графит). В таких материалах основой является слой из шести атомов углерода – гексагональная плоская структура (рис. 1.3).

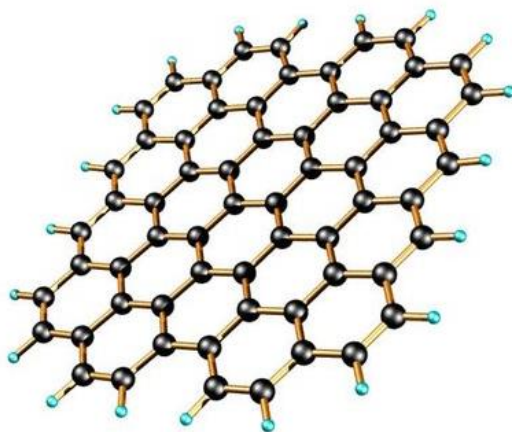


Рисунок 1.3 – Слой атомов углерода при sp^2 -гибридизации

3. структура углерода в состоянии sp -гибридизации можно представить цепочками атомов $-C\equiv C-$ или $=C=C=$, связанных друг с другом слабо.

4. возможен случай, когда углерод находится в состоянии sp^2 -гибридизации и образует шарообразные агломераты – фуллерены. [4]

1.3.1 Строение

Структура кристаллической решетки технического углерода представляет собой слои графита, состоящие из шестиугольных колец, образованных атомами углерода. Наименьшее расстояние между атомами в таком кольце составляет 0,142 нм, а энергия связи атомов в слое графита равна 167,6 кДж/моль при температуре 1118 °С. В свою очередь, энергия связи между слоями составляет 16,75 Дж/моль при 15 °С. [5]

Атомы гексагональной структуры кристаллической решетки в каждой из плоскостей находятся выше и ниже центров правильных шестиугольников, находящихся в выше и ниже расположенных плоскостях. Таким образом, выше расположенный слой сдвинут по горизонтали относительно нижнего на величину δ , величина которой равна межатомному расстоянию в слое – 1,417 Å. Следующий (нечетный) слой также сдвинут на величину δ , но в противоположном направлении. Кристаллическая ячейка представлена

прямоугольной призмой, в основании которой лежит ромб со стороной $a = 2,456 \text{ \AA}$, расстояние между слоями $c = 3,354 \text{ \AA}$.

Основное отличие ромбоэдрической структуры состоит в относительном сдвиге между соседними слоями на величину $\delta = 1,417 \text{ \AA}$ по горизонтали в одну сторону. Таким образом, каждый четвертый слой схож с первым и вся структура имеет трехслойное строение. Такая компоновка менее устойчива, по сравнению с гексагональной. Переход из ромбоэдрической в гексагональную структуру происходит при повышении температуры, в диапазоне 2200-3030 °С. Физическое воздействие на материал с последующим его размельчением приводят к увеличению доли ромбоэдрической решетки в структуре графита. Природная доля этой решетки составляет около 20 %. [5]

1.3.2 Физические свойства

Первое свойство, которое будет рассмотрено - пористость. При формировании пористого тела образующиеся пустоты могут быть разделены друг от друга без выхода на поверхность образца; такие поры называются недоступными. Поры, имеющие связь с поверхностью тела, но не связанные между собой называются тупиковыми. Поры, связанные между собой и имеющие выход на поверхность образца, называются транспортными (канальными), поскольку по этим порам осуществляется массоперенос в пористом теле (диффузия, фильтрация). Как правило, расположение пор в материале не упорядоченно, поры не обладают правильной геометрической формой и имеют различные размеры. [5]

Разделяют общую, открытую и недоступную пористость. Общая пористость представляет долю объема всех пор в единице объема образца.

Для изучения структуры пористого тела определяются основные характеристики пористости: объем транспортных пор, распределение пор по размерам и проницаемость по отношению к жидкостям и газам.

Величина определяемой плотности зависит от размера молекул пикнометрической жидкости – чем меньше молекулы, тем больше объем транспортных пор. В качестве пикнометрических жидкостей для материалов на основе углерода могут применяться: вода, бензол, метиловый спирт, этиловый спирт, гептан. Заполнение пор образцов производится при кипячении в специальных пикнометрах. По результатам анализов при использовании спиртов, бензола или гептана получаются близкие результаты, что говорит об отсутствии у них эффекта молекулярного сита. При использовании в качестве пикнометрической жидкости воды для определения $d_{\text{и}}$ получаются меньшие значения, чем у жидкостей, указанных выше, это можно объяснить гидрофобностью графита и его плохой смачиваемостью. [5]

Также может быть определена общая пористость и доля объема, недоступная для заполнения.

Для более точного определения пористости применяют газы, наиболее подходящим из которых является гелий. Молекулы гелия обладают малым размером, что позволяет газу проникнуть в большее число пор, кроме того, в стандартных условиях гелий практически не адсорбируется на стенках пор.

Углеродные материалы, в зависимости от температуры термообработки, свойств сырья, гранулометрического состава, способов прессования и других параметров технологии имеют различную пористость.

В таблице 1.4 приведены данные о пористости различных углеродных материалов.

Таблица 1.4 – Пористость различных углеродных материалов

Материал	Пористость, %
Графитированные материалы	20-30
Обожженные материалы	14-25
Высокопористые (теплозащитные) материалы	До 80-85
Высокоплотные материалы	10-12
Пирографит	2-3

Вторым свойством является – проницаемость. Проницаемость является одной из важнейших характеристик пористой структуры, которая может оказывать влияние на технологические и эксплуатационные параметры материала. По отношению к газу или жидкости проницаемость характеризуется коэффициентом проницаемости – B , см^2 или коэффициентом фильтрации K , $\text{см}^2/\text{с}$. K зависит не только от свойств пористого тела, но и от фильтрующей среды. Среднее значение K находится в диапазоне значений от 1 до 2,5 $\text{см}^2/\text{с}$. Наличие в материале трещин, раковин и каверн приводит к увеличению проницаемости. Уменьшение степени образования дефектов возможно при правильном режиме нагрева материала и равномерном составе таблеток (гранул). [5]

Количественное определение величины проницаемости производится динамическим и статическим методами. В случае определения проницаемости статическим методом реализуется постоянные перепад давлений и происходит измерение объема газа (или жидкости), прошедшего сквозь образец. При динамическом методе – давление изменяется непрерывно.

И третье свойство это - линейное расширение углеграфитовых материалов анизотропно – в перпендикулярном направлении расширение оказывается большим, по сравнению с расширением в параллельном направлении. Большинство углеграфитных материалов имеет среднее значение коэффициента линейного расширения $5,3 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$ в диапазоне температур 300-1800 °C. [5]

1.3.3 Химические свойства

Все углеграфитовые материалы имеют в своем составе серу и минеральные примеси. Графит может принимать участие в реакциях окисления, возможно образование карбидов при взаимодействии с металлами и некоторыми неметаллами.

С увеличением температуры число реакций, в которых могут участвовать графиты, растет. Так, при температуре 400 °С начинается взаимодействие с кислородом воздуха, при повышении температуры до 500 °С – с углекислым газом. Чем выше упорядоченность кристаллической структуры материала, тем выше нижняя граница начала реакции взаимодействия. Для повышения стойкости графита к окислению возможно использовать некоторые вспомогательные элементы, например, фосфор, хлор или кремний. [6]

Атомы некоторых элементов, относящихся к щелочным и щелочноземельным металлам способны проникать между слоями графита, приводя к деформации кристаллической решетки с дальнейшим разрушением материала.

1.4 Технология производства таблеток

Технология получения таблеток включает следующие основные операции:

- Стадия изготовления пресс-порошка включает в себя, смачивание углерода этиловым спиртом до получения однородного раствора. Этиловый спирт был выбран в качестве технологической связки поскольку имеет высокую скорость испарения;
- В получившийся раствор добавляли пластификатора;
- Остатки органики удалялись путём прокаливания пресс – порошка в течении 5 минут при температуре 70 °С;
- Задавали таблеточную форму и производили прессование таблеток при различном давлении.
- Спекание таблеток
- Шлифование таблеток
- Сушка таблеток
- Контроль готовых таблеток.

1.5 Вспомогательные материалы для прессования

Эффективное устройство для хранения водорода должно соответствовать основным критериям экономичности – обладать небольшой массой, компактностью, эргономичностью, невысокой стоимостью, безопасностью при хранении и использовании, а также возможностью многократного использования без значительных потерь производительности. Применение таблеток на основе порошков имеет ряд преимуществ перед непосредственным использованием мелкодисперсных веществ, в частности таблетки обладают более развитой поверхностью, постоянной пористостью и устойчивой структурой. Кроме того, вследствие применения порошков возможно засорение вакуумного оборудования. [7]

По результатам проведенного эксперимента было определено, что технический углерод плохо сохраняет свою форму после прессования. Для дальнейшей работы было принято решение использовать связующие вещества – материалы-пластификаторы в процессе прессования углерода. Перспективными в этом случае можно назвать парафины, воска и стеараты, то есть вещества имеющие невысокую температуру плавления.

Применение восков и парафинов в качестве связующих веществ не целесообразно, поскольку они не полностью испаряются, оставляя после себя органические вещества, загрязняющие углерод. Стеараты в свою очередь удовлетворяют заданным требованиям: при нагреве они полностью испаряются.

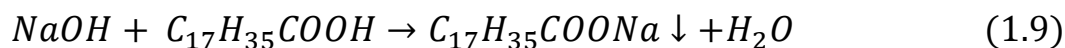
Фторопласты Ф-4Д - трудно горючий материал с самой высокой плотностью среди всех фторопластов. Обладает малой пористостью, высокую гидрофобность, устойчив к воздействию температур. Выдерживает температуру до 260°C без изменения свойств. Фторопласт отлично поддается обработке, его можно сверлить, шлифовать, фрезеровать и обтачивать. [7]

Так же его можно перерабатывать с помощью экструзии и готовить из него суспензии. Применяется для изготовления пленок, покрытий, волокон.

1.5.1 Свойства стеарата натрия

Стеарат натрия – соль стеариновой кислоты, представляет собой бесцветные кристаллы. Химическая формула $C_{17}H_{35}COONa$.

Получается путем нейтрализации стеариновой кислоты едким натрием:



Стеарат натрия хорошо растворяется в горячей воде и этаноле.

Образует кристаллогидрат следующего вида: $C_{17}H_{35}COONa \cdot \frac{1}{2}H_2O$. При соединении со стеариновой кислотой образует кислую соль $NaH(C_{17}H_{35}COO)_2$. [8]

Основные свойства стеарата натрия представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Свойства стеарата натрия

Химическая формула	$NaC_{18}H_{35}O_2$
Рациональная формула	$C_{17}H_{35}COONa$
Молярная масса, г/моль.	306,46
Плотность, г/см ³	1,07
Температура вспышки, °С	176
Температура плавления, °С	255-272
Температура разложения, °С	≈300

На рисунке 1.4 приведена рациональная формула стеарата никеля.

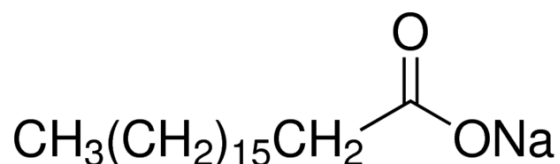


Рисунок 1.4 – Структурная формула стеарата натрия

Стеарат натрия применяется в качестве вещества, входящего в состав моющих средств, косметики, также применяется в качестве загустителя смазок,

стабилизатора при формовании полиамидов и в качестве антивспенивающей добавки в пищевой промышленности [8].

1.5.2 Свойства фторопласта Ф4Д

Фторопласт Ф-4Д используют для получения тонкостенных труб, стержней, шлангов, кабельной изоляции, сырой каландрированной пленки и других изделий. Он обладает высокими диэлектрическими показателями, стойкостью к сильно действующим агрессивным средам. Соответствует высшей категории качества, технического уровня. На рисунке 1.5 приведена структурная формула фторопласта Ф4-Д. [9]

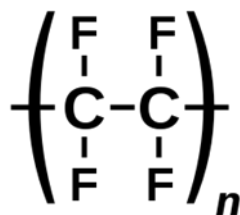


Рисунок 1.5 – Структурная формула фторопласта Ф4-Д

Так же фторопласт Ф4-Д используется для изготовления изделий, контактирующих с пищевыми продуктами и питьевой водой.

Обладает следующими свойствами:

- Устойчивость практически к любому химическому воздействию;
- Низкий коэффициент трения;
- Устойчивость к сцеплению с другими поверхностями;
- Термостойкость — гибкость и эластичность материала сохраняются при; температурах в диапазоне от -70° до $+270^{\circ}\text{C}$;
- Минимальное поверхностное натяжение;
- Устойчивость к воздействию электротока и высоким температурам.
- Фторопласт отлично поддается обработке, его можно сверлить, шлифовать, фрезеровать и обтачивать;

Основные показатели фторопласта приведены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 Показатели фторопласта Ф-4Д

Наименование показателя	Норма
Плотность, кг/м ³	2150–2240
Температура эксплуатации, °С	-260/ +160
Удельное сопротивление, Ом·м	1017–1018
Разрушающее напряжение (растяжение), МПа	16–35

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью данного раздела является определение экономической целесообразности исследования и разработки технологии получения углеродных таблеток с добавлением фторопласта. Продуктом исследования является технический углерод в виде порошка, который используется в качестве сорбента для хранения водорода.

В данном разделе необходимо решить следующие задачи:

- Провести SWOT-анализ;
- Выполнить планирование научно-исследовательской работы;
- Провести расчёт бюджета научно-исследовательской работы;
- Провести расчёт и оценку сравнительной финансовой эффективности исследования.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

3.1 Анализ конкурентных технических решений

Во время работы в качестве конкурентного технического решения было решено использовать в качестве пластификатора стеарат никеля.

На сегодняшний день известно, что, технический углерод плохо сохраняет свою форму после прессования. Для дальнейшей работы было принято решение использовать связующие вещества – материалы-пластификаторы в процессе прессования углерода. Перспективными в этом случае можно назвать парафины, воска и стеараты то есть вещества имеющие

невысокую температуру плавления. В связи с этим в качестве связующего вещества был выбран стеарат никеля.

Был проведён анализ с применением оценочной карты, приведенной в таблице 3.1. Экспертная оценка производится по техническим характеристикам и экономическим показателям по 5 бальной шкале, где 1 – наиболее низкая оценка, а 5 – наиболее сильная. Общий вес всех показателей в сумме должен составлять 1.

Таблица 3.1. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерий оценивания	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
Технический критерий оценки ресурсоэффективности					
		Пластификатор фторопласт	Пластификатор Стеарат никеля	Пластификатор фторопласт	Пластификатор Стеарат никеля
Повышение производительности труда пользователя	0,05	5	2	0,25	0,1
Простота в эксплуатации	0,1	5	1	0,5	0,1
Энерго-экономичность	0,05	3	2	0,3	0,2
Надежность	0,05	3	3	0,15	0,15
Безопасность	0,3	1	4	0,2	0,8

Экономические критерии оценки эффективности					
Предполагаемый срок эксплуатации	0,3	4	2	1,2	0,6
Цена	0,05	2	5	0,1	0,25
Конкурентоспособность продукта	0,1	5	3	0,75	0,45
Итого		28	22	3,45	2,6

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (3.1)$$

где K – конкурентоспособность проекта; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл показателя.

Таким образом, проведенный анализ конкурентных технических решений показывает, что использование фторопласта является более выгодным в плане цены и простоты в эксплуатации, а также в сроке эксплуатации.

3.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Таблица 3.2. SWOT-анализ

	Strengths (сильные стороны)	Weaknesses (слабые стороны)
	<p>S1. Техническая простота осуществления метода;</p> <p>S2. Безопасность при хранении и использовании</p> <p>S3. В процессе изготовления, исключена возможность засорения вакуумного оборудования</p>	<p>W1. Технический углерод плохо сохраняет форму без пластификатора после прессования</p> <p>W2. Индивидуальный подбор величины давления</p>

	S4. Низкая стоимость компонентов S5. Экологичность продукта	пресса и времени выдержки таблеток
Opportunities (возможности) O1. Возможность внедрения в массовые производства; O2. Возрастание спроса на технологию из-за широкой области применения; O3. Многократное использование без применения регенерации	Простота в использовании получение результатов в короткое время, облегчает внедрение методики в массовое производство.	Все перечисленные минусы могут отрицательно повлиять на возможность внедрения в массовое производство.
Threats (угрозы) T1. Незаинтересованность крупных инвесторов; T2. Потеря актуальности из-за большого количества конкурентных технологий; T3. Отсутствие спроса на технологию.	Небольшие траты на исправление ошибок, из-за возможности влияния на процесс во время формирования, также возможность получение прибыли в короткие сроки.	Опасные факторы и отсутствие выработанной методики, связанные с новизной метода, могут сказаться на заинтересованности инвесторов.

Таблица 3.3. Связь сильных сторон с возможностями

	S1	S2	S3	S4	S5
O1	+	+	+	+	+
O2	-	+	-	+	+
O3	-	-	-	-	+

Таблица 3.4. Связь слабых сторон с возможностями

	W1	W2
O1	+	+
O2	-	-
O3	-	-

Таблица 3.5. Связь сильных сторон с угрозами

	S1	S2	S3	S4	S5
T1	+	+	+	+	+
T2	-	+	-	-	-
T3	+	-	-	+	+

Таблица 3.6. Связь слабых сторон с угрозами

	W1	W2
T1	-	-
T2	+	+
T3	+	-

Таким образом, на основе результатов SWOT-анализа можно сделать вывод о том, что трудности и проблемы, с которыми так или иначе может столкнуться данный исследовательский проект можно будет решить за счет имеющихся сильных сторон разработки.

3.3 Планирование научно-исследовательских работ

Комплекс предполагаемых работ включает в себя следующие задачи:

- определить структуру работ в рамках исследования;
- определить участников каждой работы;
- установить продолжительность работ;
- построить график проведения отдельных этапов исследования.

Для выполнения данного исследования (проекта) необходимо сформировать рабочую группу, в состав которой входят научный руководитель и инженер (студент). Для каждой из запланированных работ, необходимо выбрать исполнителя этой работы.

Разработанный список задач и производимых работ, в рамках проектирования, а также распределение исполнителей по этим работам, представлен в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Список производимых задач и работ и их исполнители

Основные этапы	№	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Выбор направления исследований	Руководитель
			Инженер

	3	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель
			Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	4	Смешивание с пластификатором и прессовка	Руководитель
	5	Удаление остатков органики путём прокаливания	Инженер
Обобщение и оценка результатов	6	Анализ и обработка полученных результатов	Инженер
	7	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель
			Инженер
Разработка технической документации и проектирование	8	Составление плана по оформлению ВКР	Руководитель
			Инженер
	9	Оформление отчета ВКР	Инженер
	10	Технико-экономические расчеты	Инженер
	11	Оформление документации	Инженер

3.4 Определение трудоемкости выполнения работ

Основная часть стоимости разработки проекта составляется из трудовых затрат, поэтому важно определить трудоемкость работ всех участников разработки проекта.

Несмотря на то, что трудоемкость зависит от трудно учитываемых параметров, т.е. носит вероятностный характер, ее можно определить экспертным путем, в «человеко-днях». Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости $t_{ожі}$ определяется по формуле:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} \quad (3.2)$$

где $t_{\min i}$ – минимально возможное время выполнения поставленной задачи исполнителем (является оптимистичной оценкой: при удачном стечении обстоятельств), чел.-дн.; $t_{\max i}$ – максимально возможное время выполнения поставленной задачи исполнителем (является пессимистичной оценкой: при неудачном стечении обстоятельств, чел.-дн.

На основании расчетов ожидаемой трудоемкости работ, необходимо определить продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p :

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i} \quad (3.3)$$

Где $Ч_i$ – количество исполнителей, одновременно выполняющих поставленную задачу, чел.

По всем работам результаты расчета продолжительности в рабочих днях представлены в таблице 3.8.

3.5 Разработка графика проведения исследования

Диаграмма Ганта является наиболее удобным и наглядным способом представления графика проведения работ. Диаграмма Ганта представляет собой отрезки, размещенные на горизонтальной шкале времени. Каждый отрезок соответствует отдельной задаче или подзадаче. Начало, конец и длина отрезка на шкале времени соответствуют началу, концу и длительности задачи.

Для построения графика Ганта, следует, длительность каждой из выполняемых работ из рабочих дней перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (3.4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;
 T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях; $k_{\text{кал}}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (3.5)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году; $T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году; $T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Расчет трудоемкости и продолжительности работ, на примере задачи «Составление и утверждение технического задания»:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxі}}{5} = \frac{3 * 7 + 2 * 15}{5} = 10 \text{ чел. –дн}$$

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} = \frac{10}{1} = 10 \text{ раб. дн}$$

Расчет календарного коэффициента для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48$$

Расчет календарной продолжительности выполнения работы, на примере задачи «Выбор направления исследований»:

$$T_{к.инж} = T_{pi} \cdot k_{кал} = 2,4 * 1,48 = 3,55 = 4 \text{ кал. дн}$$

Расчет календарного коэффициента для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$k_{кал.рук} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48$$

Расчет календарной продолжительности выполнения работы, на примере задачи «Выбор направления исследований»:

$$T_{к.рук} = T_{pi} \cdot k_{кал} = 2,1 * 1,48 = 3,108 = 3$$

Все полученные значения в календарных днях округляются до целого числа, а затем сводятся в таблицу 3.8.

Таблица 3.8 – Временные показатели проектирования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительн ость работ в рабочих днях T_{pi}		Длительн ость работ в календарн ых днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожi}$, чел-дни					
	Руководи тель	Инженер	Руководи тель	Инженер	Руководи тель	Инженер	Руководи тель	Инженер	Руководи тель	Инженер
1.Составление и утверждение технического задания	7	-	15	-	10	-	10	-	15	-
2.Выбор направления исследований	3	4	6	6	4,2	4,8	2,1	2,4	3	4
3.Подбор и изучение материалов по теме	-	10	-	20	-	22	-	11	-	16
4. Смешивание с пластификатором и прессовка	10	2	20	4	22	2,8	11	2,8	16	4
5.Удаление остатков органики путём прокаливания	-	7	-	14	-	10	-	10	-	15
6.Обработка полученных результатов	5	6	10	12	7	8	3,5	4	5	6
7. Оценка эффективности полученных результатов	2	2	4	6	2,8	3,6	1,4	1,8	2	3
8.Составление плана по оформлению ВКР	2	2	5	5	3	3	1,5	1,5	2	2
9.Оформление отчета ВКР	-	5	-	10	-	7	-	7	-	10
10.Технико- экономические расчеты	-	2	-	5	-	3,2	-	3,2	-	5
11.Оформление документации	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1

После расчета и сведения в таблицу временных показателей проектирования, на основе полученной таблицы строится диаграмма Ганта (табл. 3.9)

Таблица 3.9. Диаграмма Гантта

Код работы	Вид работ	Исполнители	Т _к , кал, дн.	Продолжительность выполнения работ														
				Январь			Февраль			Март			Апрель			Май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания	Науч.рук	15															
2	Выбор направления исследований	Науч.рук Инженер	7															
3	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	16															
4	Смешивание с пластификатором и прессовка	Науч.рук Инженер	20															
5	Удаление остатков органики путём прокаливания	Инженер	15															
6	Обработка полученных результатов	Науч.рук Инженер	11															
7	Оценка эффективности и полученных результатов	Науч.рук Инженер	5															
8	Составление плана по оформлению ВКР	Науч.рук Инженер	4															
9	Оформление отчета ВКР	Инженер	10															
10	Технико-экономические расчеты	Инженер	5															
11	Оформление документации	Инженер	1															
Итого календарных дней			109															

Инженер -  Научный руководитель - 

Таблица 3.10. Сводная таблица по календарным дням

	Количество дней
Общее количество календарных дней для выполнения работы	109
Общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер	66
Общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель	43

В результате выполнения подраздела был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей, а также рассчитано количество дней, в течение которых работал каждый из исполнителей, а именно инженер проработал 66 дней, в то время как научный руководитель 43 дня.

По диаграмме Гантта видно, что самыми трудоемкими этапами работы оказались процессы смешивание с пластификатором и удаления остатков органики. Это связано с тем, что данные этапы являются основополагающими, и в основном от качества выполнения этих этапов зависит результат выполнения проекта.

3.6 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице 3.17.

Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов). В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме. Количество потребных материальных ценностей определяется по нормам расхода.

Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (3 – 5 % от цены). В эту же статью включаются затраты на оформление документации (канцелярские принадлежности, тиражирование материалов).

Таблица 3.11. Сырье, материалы и комплектующие изделия

Наименование	Количество, шт.	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Технический углерод	2 кг.	200	400
Фторопласт	1 кг	800	800
Этиловый спирт	2 л.	70	140
Итого:			1340

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Таблица 3.12. Специальное оборудование для экспериментальных работ

Наименование оборудования	Срок полезного использования, лет	Количество единиц, шт.	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
1.Лабораторный ручной гидравлический пресс Carver	10	1	180000	180000
2.Высоко температурная трубчатая печь CarboliteSTF	5	1	70000	70000
3. Флуоресцентный спектрометр ARL™ QUANT'X EDXRF	5	1	450000	450000
4. Компьютер	8	1	40000	40000
Итого				740000

Таким образом, в результате планирования бюджета научного исследования, можно сделать вывод что наиболее дорогим из материалов

является фторопласт – 800 рублей за 1 кг, а из оборудования Флуоресцентный спектрометр ARL™ QUANT'X EDXRF – 450000 рублей. Который используется для определения веществ, оставшихся в объеме таблетке после нагрева.

3.6.1 Расчет амортизации специального оборудования

Расчёт амортизации производится на находящееся в использовании оборудование. В итоговую стоимость проекта входят отчисления на амортизацию за время использования оборудования в статье накладных расходов. Расчет амортизации проводится следующим образом.

Норма амортизации:

$$H_A = \frac{1}{n} \quad (3.6)$$

где n– срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация:

$$A = \frac{H_A I}{12} * m \quad (3.7)$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.; m– время использования, мес.

Рассчитаем амортизацию для пресса Carver, с учётом, что срок полезного использования 10 лет:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{10} = 0.1$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

Пресс Carver:

$$A = \frac{H_A I}{12} = \frac{0,1 * 180000}{12} * 2,5 = 3750$$

Печь Carbolite STF:

$$A = \frac{H_A I}{12} = \frac{0,2 * 70000}{12} * 2,5 = 2900$$

Спектрометр ARL™ QUANT'X EDXRF:

$$A = \frac{H_A I}{12} = \frac{0,2 * 450000}{12} * 2,5 = 18750$$

Компьютер:

$$A = \frac{H_{AI}}{12} = \frac{0,125 * 40000}{12} * 2,5 = 1050 \text{ руб}$$

Суммарные затраты амортизационных отчислений:

$$A=26450 \text{ рублей}$$

В данном разделе проведен расчёт амортизации оборудования для экспериментальных работ. Амортизация для пресса Carver учитывая, что срок полезного использования 10 лет составила 0,1, а общая сумма амортизационных отчислений 3750 рублей. Амортизация для печи Carbolite STF учитывая, что срок полезного использования 5 лет составила 0,2, а общая сумма амортизационных отчислений 2900 рублей. Амортизация для спектрометра ARL™ QUANT'X EDXRF учитывая, что срок полезного использования 5 лет составила 0,2, а общая сумма амортизационных отчислений 18750 рублей. Амортизация для компьютера учитывая, что срок полезного использования 8 лет составила 0,125, а общая сумма амортизационных отчислений 1050 рублей. Суммарные затраты амортизационных отчислений – 26450 рублей.

3.6.2 Основная и дополнительная заработная плата

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата $Z_{осн}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_p \quad (3.8)$$

где $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (табл. 3.8).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{дн} = \frac{Z_M * M}{F_d} = \frac{51285 * 10,3}{246} = 2147,3 \text{ рублей}$$

где Z_m – должностной оклад работника за месяц; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей, раб.дн. (табл. 3.13); M – количество месяцев работы без отпуска в течение года.

- при отпуске в 28 раб.дней – $M=11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;
- при отпуске в 56 раб.дней – $M=10,3$ месяца, 6-дневная рабочая неделя;

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m * M}{F_d} = \frac{33150 * 11,2}{213} = 1743,1 \text{ рублей}$$

Должностной оклад работника за месяц:

Для руководителя:

$$Z_m = Z_{тс} * (1 + k_{np} + k_d) k_p = 26300 * (0.1 + 0.3 + 0.2) * 1.3 = 51825 \text{ рублей}$$

Для инженера:

$$Z_m = Z_{тс} * (1 + k_{np} + k_d) k_p = 17000 * (0.1 + 0.3 + 0.2) * 1.3 = 33150 \text{ рублей}$$

где $Z_{тс}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.; k_{np} – премиальный коэффициент, равен 0,3; k_d – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2; k_p – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 3.13. Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	52/14	104/14
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48/5	24/10
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 3.14. Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$З_{мс}, руб$	$k_{пр}$	k_{∂}	k_p	$З_m, руб$	$З_{\partial n}, руб$	$T_p, раб.дн.$	$З_{осн}, руб$
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2147,3	43	92333
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	66	115044
Итого:								207377

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

$$З_{доп} = K_{доп} * З_{осн} \quad (3.9)$$

Для руководителя:

$$З_{доп} = K_{доп} * З_{осн} = 0,15 * 92333 = 13849 \text{ рублей}$$

Для инженера:

$$З_{доп} = K_{доп} * З_{осн} = 0,15 * 115044 = 17256 \text{ рублей}$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

Таким образом, итоговая заработная плата исполнителей составила 207377 тыс.руб, основная часть которой принадлежит инженеру. Это объясняется тем что, инженер проработал на 23 дня больше чем, научный руководитель.

3.6.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

$$C_{внеб} = K_{доп} * (З_{доп} + З_{осн}) \quad (3.10)$$

Для руководителя:

$$C_{внеб} = K_{доп} * (З_{доп} + З_{осн}) = 0,302 * (13849 + 92333) = 32067.$$

Для инженера:

$$C_{внеб} = K_{доп} * (З_{доп} + З_{осн}) = 0,302 * (17256 + 115044) = 39955,$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30,2% (ст. 425, 426 НК РФ).

Таблица 3.15. Группировка затрат по статьям

Заработная плата	Руководитель	Инженер
Зарплата	92333	115044
Отчисления во внебюджетные фонды	32067	39955
Итого:	72022	

В результате расчётов были определены отчисления во внебюджетные фонды от затрат на оплату труда руководителя и инженера, при том что коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды составил 0,302. Для руководителя, отчисления составили 32067 руб., а для инженера 39955 рубля

3.6.4 Накладные расходы

Накладными расходами учитываются прочие затраты организации, такие как: печать и ксерокопирование проектировочных документов, оплата услуг связи. Накладные расходы рассчитываются по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей}) * K_{\text{нр}} \quad (3.11)$$

Накладные расходы в целом:

$$Z_{\text{накл}} = (1340 + 740000 + 207377 + 31105 + 72022) * 0,2 = \\ = 210368 \text{ руб.}$$

где $K_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИ (название темы) по форме, приведенной в таблице 3.16.

Таблица 3.16. Группировка затрат по статьям

Наименование статьи	Сумма, рубли
Сырье, материалы	1340
Амортизация	26450
Основная заработная плата	207377
Дополнительная заработная плата	31105

Отчисления во внебюджетные фонды	71544
Итого без накладных расходов	337816
Накладные расходы	210273
Итого бюджетная стоимость	548089

Таким образом бюджетная стоимость составила 548089 рублей. В эту стоимость входят: амортизация, стоимость сырья, материалов, основная заработная плата, дополнительная заработная плата, отчисления на социальные нужды и накладные расходы, которые составили 210273 рублей при коэффициенте накладных расходов 0,2.

3.7 Определение ресурсоэффективности исследования

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

В качестве варианта исполнения было решено использовать метод с использованием стеарат никеля в качестве пластификатора

Для того что бы технический углерод держал форму после прессовки было принято решение использовать связующие вещества – материалы-пластификаторы в процессе прессования углерода. Перспективными в этом случае можно назвать стеараты, то есть вещества имеющие невысокую температуру плавления, так же они при нагреве полностью испаряются. Наиболее подходящим является никель, поскольку он обладает невысокой стоимостью, доступен для приобретения, а также в соединении со стеариновой кислотой ($C_{17}H_{35}COOH$) образует стеарат никеля – $Ni(C_{17}H_{35}COO)_2$.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (3.12)$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{467947}{640000} = 0.73$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки; Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения; Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{548089}{640000} = 0.86$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{640000}{640000} = 1$$

Таким образом полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (0,86 - значение меньше единицы, но больше нуля).

3.7.1 Интегральный показатель ресурсоэффективности

В данном разделе необходимо произвести оценку ресурсоэффективности проекта, определяемую посредством расчета интегрального критерия, по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (3.13)$$

где: I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности; a_i – весовой коэффициент проекта; b_i – бальная оценка проекта, устанавливаемая опытным путем по выбранной шкале оценивания.

Расставляем бальные оценки и весовые коэффициенты в соответствии с приоритетом характеристик проекта, рассчитываем конечный интегральный показатель и сводим полученные результаты в таблицу 3.17.

Таблица 3.17. Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Фторопласт	Стеарат никеля
1. Безопасность при использовании установки	0,2	3	3
2. Массогабаритные параметры	0,2	5	3
3. Технические характеристики	0,3	5	4
4. Стоимость	0,15	5	4
5. Многократное использование	0,15	4	4
Итого:	1	4,45	3,6

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_{p-\text{исп.}i}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}} \quad (3.14)$$

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_{p-\text{исп.}i}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}} = \frac{4.45}{0.86} = 5.17$$

$$I_{\text{финр}}^{a1} = \frac{I_{p-\text{исп.}i}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}} = \frac{3,6}{1} = 3,6$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных (табл. 3.18). Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^{a1}} \quad (3.15)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^{a1}} = \frac{5,17}{3,6} = 1,44;$$

Таблица 3.18. Сводная таблица показателей оценки ресурсоэффективности

№ п/п	Показатели	Фторопласт	Стеарат Никеля
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,86	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,45	3,6
3	Интегральный показатель эффективности	5,17	3,6
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	1,44

Таким образом, на основе расчета интегрального показателя с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности научного исследования можно сделать вывод что, сравнительная оценка текущего проекта выше других аналогов.

Выводы по главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Результатом проведенного анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации устройства, как наиболее предпочтительного и рационального, по сравнению с остальными;

2. При проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Были определены: общее количество календарных дней для выполнения работы – 109 дней, общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер – 66 и общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель - 23;

3. Составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 548089 тыс.руб;

4. По факту оценки эффективности ИР, можно сделать выводы:

- Значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,86, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной, по сравнению с аналогами;

- Значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,45, по сравнению с 3,6;

Значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5,17 по сравнению с 3,6 и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения

4. Социальная ответственность

В ходе выполнения ВКР проводится отработка состава и технологии получения углеродных таблеток из смесей с добавлением фторопласта. Эта работа включает в себя следующие этапы:

- Подготовка углерода и пластификатора заданной массы для каждой смеси;
- Смачивание углерода этиловым спиртом до получения однородного раствор;
- Добавление в получившийся раствор фторопласта в качестве пластификатора;
- Удаление остатков органики путём прокаливания пресс-порошка в течении 5 минут при температуре 70 °С;
- Прессовка пресс-порошка, варьируя давлением при различном времени выдержки.

Исследовательская работа была проведена в 10 учебном корпусе Томского политехнического университета. Каждое из помещений лаборатории имеет площадь более 35м². Рабочая зона включает столы с необходимым оборудованием и веществами, вытяжные шкафы, а также раковины. В соответствии с ГОСТ 12.1.005 – 88 постоянным рабочим местом является вся рабочая зона, так как работа осуществлялась в разных пунктах рабочей зоны.

В данном разделе рассмотрены вредные, опасные факторы, действующие на сотрудника лаборатории, а также требования безопасности и комплекс защитных мероприятий на рабочем месте. Также этот раздел включает подразделы охраны окружающей среды и чрезвычайных ситуаций.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.1.1 Правовые нормы трудового законодательства

В соответствии с положением Трудового кодекса РФ 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. От 01.04.2019) нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю, однако для работников, занятых на работах с вредными условиями труда, устанавливается сокращенная продолжительность рабочего времени – не более 36 часов в неделю (статья 92), при этом для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, при 36-часовой рабочей неделе максимально допустимая продолжительность ежедневной смены не может превышать 8 часов. Также предоставляются ежегодные отпуска (статья 114) и ежегодные дополнительные оплачиваемые отпуска работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, минимально это 7 календарных дней (статья 117). [10]

Размер минимальной заработной платы в субъекте Российской Федерации не может быть ниже минимального размера оплаты труда, установленного федеральным законом (статья 133), при этом, оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, производится в повышенном размере, минимальный размер повышения составляет 4% от установленного оклада (статья 147).

Работодатель обеспечивает нормальные условия для выполнения работниками норм выработки (статья 163). Более того, на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, работникам бесплатно выдается специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты, а также смывающие и (или) обезвреживающие средства в соответствии с типовыми нормами (статья 221). [10]

4.1.2 Эргономические требования к рабочей зоне

Одним из факторов комфортности рабочей среды является организация рабочего места. Основная цель организации рабочего места – улучшение условий труда, достижение высококачественного и экономически эффективного выполнения производственного задания в установленные сроки.

В соответствии с ГОСТ 12.2.033-78 высота рабочей поверхности при работе стоя для женщин составляет 990 мм, для мужчин 1060 мм, при работе сидя для женщин 700 мм, для мужчин 750 мм.

Эксплуатация ПК должна соответствовать санитарным нормам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Экран монитора должен находиться на расстоянии не ближе 500 мм от глаз пользователя, рабочий стул должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины.

В соответствии с указаниями по проектированию цветовой отделки допустима любая цветовая гамма помещения, однако светлая палитра стен и потолка и темная пола успокаивающе воздействует на психику человека и способствует меньшей утомляемости. Пол лаборатории должен быть покрыт темным линолеумом, стены – светлой водоэмульсией и кафелем, потолок побелен. [10]

4.2 Производственная безопасность

4.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, создаваемых объектом исследования

По текущим оценкам Международного агентства технической углерод является канцерогенным веществом для человека и по этой причине отнесён к группе 2В (по классификации канцерогенных веществ).

Фторопласт-4Д и готовые изделия из него при температуре от минус 60 до плюс 250 °С не взрывоопасны, не горючи, при непосредственном контакте не оказывают влияния на организм человека.

При нагревании фторопласта-4Д выше 250 °С могут выделяться летучие продукты термоокислительной деструкции, содержащие в своем составе фтористый водород, перфторизобутилен, окись углерода.

4.2.2 Анализ вредных и опасных факторов, возникающих в лаборатории при проведении исследований

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ вредные производственные факторы приводят к заболеванию или усугубляют уже имеющиеся заболевания, опасные производственные факторы приводят к травме, в том числе смертельной.

При выполнении работ в лаборатории на инженера-исследователя могут воздействовать вредные и опасные факторы, представленные в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Тип работ	Факторы (согласно ГОСТ 12.0.003-2015)		Норматив ные документы
	Вредные	Опасные	
1. Работа на ПК 2. Подготовка пресс порошка, путём смачивания технического углерода с этиловым спиртом; 3. В получившийся порошок добавляется фторопласт; 4. Удаление остатков органики, проводилось в трубчатой печи Carbolite STF путём прокаливании пресс – порошка при температуре 70 °С;	1. Отклонение показателей микроклимата в помещении; 2. Недостаточная освещенность рабочего места; 3. Шум; 4. Электромагнитное излучение; 5. Вредные вещества.	1. Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; 2. Электрический ток.	1. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. «Гигиенические требования к ПЭВМ и организация работы»; 2. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности;

5. Прессование пресс порошка, с помощью прессы Carver; 6. Сушка углеродных таблеток, при комнатной температуре.			3. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. 4. РД 3688-00220302-003-04. Трубчатые нагревательные печи. Требования к проектированию, изготовлению и эксплуатации.
--	--	--	--

4.2.3 Вредные факторы

4.2.3.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении

Воздух рабочей зоны (микроклимат) производственных помещений определяют следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха.

Высокая температура воздуха способствует быстрой утомляемости работающего, может привести к перегреву организма, тепловому удару. Низкая температура воздуха может вызвать местное или общее охлаждение организма, стать причиной простуды, обморожению. Высокая относительная влажность при высокой температуре воздуха способствует перегреванию организма, при низкой температуре увеличивается теплоотдача с поверхности кожи, что ведет к переохлаждению.

Оптимальные и допустимые нормы микроклимата устанавливаются согласно ГОСТ 12.1.005-88, таблица 4.2.

Таблица 4.2 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата для протекания трудового процесса

Период года	Категория работ	Температура, °С		Скорость воздушных потоков, м/с		Относительная влажность, %	
Теплый	Легкая Iб	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая
		22-24	21-28	0,2	0,1-0,3	40-60	<60
Холодный		21-23	20-25	0,1	<0,2	40-60	<75

Согласно СНиП 41-01-2003, в зданиях следует предусматривать обеспечение нормируемых метеорологических условий. Для улучшения воздухообмена в помещении необходимо:

- правильно размещать приточно-вытяжную вентиляцию;
- установить объем притока воздуха в помещение равным общему объему вытяжки.

Параметры микроклимата в помещении, где находится рабочее место, регулируются системой центрального отопления и приточно-вытяжной вентиляцией, и имеют следующие значения: влажность 45%, скорость движения воздуха 0,1 м/с, температура летом 21-24°C, зимой 18-21°C, что соответствует требованиям, представленным в таблице 1.2.

4.2.3.2 Недостаточная освещенность

В лаборатории используется как естественное, так и искусственное освещение.

Недостаточная освещенность способствует возрастанию нагрузки на органы зрения, приводит к утомляемости организма, способствует развитию близорукости. В то время излишне яркий свет слепит, снижает зрительные функции, приводит к перевозбуждению нервной системы.

Естественное и искусственное освещение нормируется СП 52.13330.2011 и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. В таблице 1.3 представлены требуемые показатели освещения помещения лаборатории.

Таблица 4.3 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения

Помещение	Естественное освещение		Искусственное освещение				Совмещенное освещение	
	КЕО, %		Освещенность, лк			Кэф. Пульсации осв-ти, % не более	КЕО, %	
	При верх. или комб. освещ	При боковом освещ	При освещении комб.	От общего	При общем освещ		При верх. или комб. освещ	При боковом освещ
Лаборатория	3,5	1,2	500	300	400	10	2,1	0,7

4.2.3.3 Шум и вибрация

Шум и вибрация ухудшают условия труда, оказывают вредное воздействие на организм человека, а именно, на органы слуха и на весь организм через центральную нервную систему. В результате этого ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе. Шум может создаваться работающим оборудованием, установками кондиционирования воздуха, осветительными приборами дневного света, а также проникать извне. При выполнении работы на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБ“А”. [11]

4.2.3.4 Электромагнитное излучение

Электромагнитное излучение - распространяющееся в пространстве возмущение (изменение состояния) электромагнитного поля.

Экран и системные блоки ЭВМ также производят электромагнитное излучение. Основная его часть происходит от системного блока и видеокабеля. Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг экрана по электрической составляющей должна соответствовать таблице 1.4.

Повышенный уровень электромагнитного излучения может негативно влиять на организм человека, а именно приводить к нервным расстройствам, нарушению сна, значительному ухудшению зрительной активности, ослаблению иммунной системы, расстройствам сердечно-сосудистой системы. [12]

Таблица 4.4 – Допустимые уровни параметров электромагнитного поля

Наименование параметров		Величина допустимого уровня
Напряженность электромагнитного поля	Диапазон частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	Диапазон частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	Диапазон частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	Диапазон частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл

4.2.3.5 Вредные вещества

Вредными веществами являются вещества, которые при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности могут вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. [13]

Фтористый водород не горюч, но реакции с его участием, включая взаимодействие с водой, пожаро и взрывоопасны. Максимальная разовая ПДК рабочей зоны для фтористого водорода – $0,5 \text{ мг/м}^3$. Порог раздражающего действия – 8 мг/м^3 . Фтористый водород токсичен и, согласно некоторым данным, обладает слабым наркотическим действием. Он может попасть в организм человека через дыхательные пути, при проглатывании кислоты и через кожу. Причем плавиковая кислота быстро впитывается через кожу, не вызывая раздражения и боли. Химический (кислотный) ожог возникает позднее – насколько именно, зависит от концентрации фтороводорода. При воздействии слабых растворов ожог может проявиться через сутки и более. Он сопровождается болью, отеком и признаками общего отравления веществом. В случае ингаляционного воздействия фтороводород разъедает стенки дыхательных путей. [13]

После контакта с парами перфторизобутилена (менее 1 мин) сразу же появляется кашель, затрудненное дыхание, боль за грудиной. Появляется трудно отделяемая мокрота, нарастает одышка, слабость, головная боль. Отмечается бледность кожных покровов, цианоз губ, ушных раковин и крыльев носа, усиливающийся при движении, выделение пенистой мокроты, холодный пот, поверхностное учащенное дыхание, пульс слабого наполнения, тахикардия. В легких перкуссии коробочный тон, жесткое дыхание, рассеянные сухие хрипы. ПДК в воздухе рабочей зоны – 0,0001 мг/л. [13]

Угарный газ очень опасен, так как не имеет запаха и вызывает отравление и даже смерть. Признаки отравления: головная боль и головокружение; отмечается шум в ушах, одышка, сердцебиение, мерцание перед глазами, покраснение лица, общая слабость, тошнота, иногда рвота; в тяжёлых случаях судороги, потеря сознания, кома. Токсическое действие оксида углерода основано на том, что он связывается с гемоглобином крови прочнее и в 200-300 раз быстрее, чем кислород, таким образом, блокируя процессы транспортировки кислорода и клеточного дыхания. Концентрация в воздухе более 0,1 % приводит к смерти в течение одного часа. Угарный газ СО является побочным продуктом горения. Угарный газ СО образуется при неполном сгорании топлива из-за нехватки кислорода. Предельно допустимая концентрация содержания оксида углерода в воздухе рабочей зоны – 20 мг/м³. [13]

Согласно ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ при работе с вредными веществами необходимо использовать средства индивидуальной защиты работающих (изолирующие костюмы, очки, перчатки, маски). А также необходимо применять в помещении вентиляцию, местную вытяжку или использовать средства защиты органов дыхания.

4.2.4 Опасные факторы

Опасные производственные факторы в определенных условиях приводят к травматическим повреждениям, внезапным и резким изменениям состояния здоровья.

4.2.4.1 Термическая опасность

Трубчатая печь – это огнетехническое сооружение, в котором тепло, высвобождающееся при горении топлива передается продукту, находящемуся в трубчатых змеевиках, размещаемых в теплоизолированных изнутри камерах. Нагревательными считаются трубчатые печи, в которых имеет место нагрев или нагрев, сопровождающийся испарением (перегревом) продукта. Печи должны быть защищены от возможного контакта с горючими парами, газами. [14]

Термический ожог – это ожог, который получен при контакте с жидким, твёрдым или газообразным источником тепла. Таким источником тепла могут быть раскалённые тела, пламя, пар, горячие жидкости. Сразу несколько слоёв кожи способен повредить термический ожог: эпидермис (внешний слой), дерму, подкожные ткани. В зависимости от количества повреждённых слоёв выделяют четыре степени термических ожогов. Нередко ожог включает в себя все эти степени одновременно. Многие врачи, описывая ожоги, классифицируют их и по глубине повреждений: поверхностные, частичные, полные. [14]

Степень тяжести ожога зависит и от площади поражённых тканей. Её выражают в процентах относительно площади всей поверхности кожных покровов. При приблизительном оценивании ожога используют так называемое “правило ладони”: площадь человеческой ладони приравнивается к одному проценту площади тела.

Степени тяжести ожогов:

- I степень - лёгкое покраснение участка кожи, отек, несильная боль;

- II степень - сильная боль, сопряженная с появлением водянистых пузырей. Глубокие слои кожи не повреждаются, что исключает образование рубцов.

- III степень - симптомы во много раз превосходят вышеперечисленные. Наступает омертвление тканей и возникновение струпов и открытых ран.

- IV степень - обугливание. Травма затрагивает ткани мышц, сухожилий и костей.

Для защиты от непосредственного контакта с нагретыми поверхностями и термического ожога применяются средства коллективной защиты (СКЗ) и средства индивидуальной защиты (СИЗ). Средства защиты от термического воздействия должны обеспечивать тепловую облучённость на рабочих местах не более $0,35 \text{ кВт/м}^2$, температуру поверхности оборудования не более 35°C при температуре внутри источника теплоты до 100°C и 45°C при температуре внутри источника теплоты более 100°C

Основными методами защиты являются: обеспечение недоступности нагретых поверхностей, теплоизоляция рабочих поверхностей источников излучения теплоты, экранирование источников или рабочих мест. [14]

4.2.4.2 Поражение электрическим током

В зависимости от условий в помещении опасность поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается. Не следует работать с ЭВМ и другими электрическими установками в условиях повышенной влажности (относительная влажность воздуха длительно превышает 75%), высокой температуры (более 35°C), наличии токопроводящей пыли, токопроводящих полов и возможности одновременного прикосновения к имеющим соединение с землёй металлическим элементам и металлическим корпусом электрооборудования. [15]

Оператор ЭВМ работает с электроприборами: компьютером (дисплей, системный блок и т.д.) и периферийными устройствами.

Существует опасность электропоражения в следующих случаях:

- при непосредственном прикосновении к токоведущим частям во время ремонта;
- при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей);
- при прикосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;
- при коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развёртки.

Электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, механическое и биологическое воздействие.

Термическое воздействие тока проявляется в ожогах, нагреве кровеносных сосудов и других органов, в результате чего в них возникают функциональные расстройства.

Электролитическое действие тока характеризуется разложением крови и других органических жидкостей, что вызывает нарушения их физико-химического состава.

Механическое действие тока проявляется в повреждениях (разрыве, расслоении и др.) различных тканей организма в результате электродинамического эффекта.

Биологическое действие тока на живую ткань выражается в опасном возбуждении клеток и тканей организма, сопровождающемся непроизвольными судорожными сокращениями мышц. В результате такого возбуждения может возникнуть нарушение и даже полное прекращение деятельности органов дыхания и кровообращения. [15]

Причинами смерти от воздействия электрического тока могут быть остановка сердца или его фибрилляция. Фибрилляция (от лат. fibra - волокно). Хаотическое сокращение отдельных волокон сердечной мышцы, не способное поддерживать его эффективную работу и самостоятельно (без энергичных лечебных мер) не проходящее. Прекращение дыхания и электрический шок – своеобразная нервно-рефлекторная реакция организма в ответ на сильное

раздражение электрическим током, сопровождающаяся расстройством кровообращения, дыхания, обмена веществ и т.д. Шоковое состояние может продолжаться от нескольких десятков минут до суток. При длительном шоковом состоянии может наступить смерть. [15]

4.2.5 Мероприятия по защите от действия вредных и опасных факторов

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в помещении относится правильная организация вентиляции, кондиционирования воздуха и отопление помещений в соответствии с санитарно-эпидемиологическим правилам СП 60.13330.2012. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путём.

Для обеспечения нормальных условий труда согласно СП 2.2.1.1312–03 на каждого рабочего должно приходиться 20-30 м³/ч объема воздуха при наличии естественной вентиляции. Объем помещения $V=105 \text{ м}^3$, в лаборатории работает, как правило, 2 человека, учитывая наличие естественной вентиляции (окон) и механической, это удовлетворяет санитарным нормам. В холодный период года помещение лаборатории отапливается. Скорость движения воздуха обеспечивается вентиляционной системой.

Согласно ГОСТ 12.4.011-89 к средствам нормализации освещения рабочих мест относятся дополнительные источники света, осветительные приборы, световые проемы, светозащитные устройства, светофильтры. Для общего освещения помещений лучше использовать люминесцентные лампы типа ЛБ, СП 52.13330.2011. Для устранения слепящего действия солнечного света должны быть предусмотрены солнцезащитные приспособления (жалюзи, шторы, матовая окраска стекол).

К средствам защиты от повышенного уровня шума относятся устройства:

- оградительные;
- звукоизолирующие, звукопоглощающие;
- глушители шума;

- автоматического контроля и сигнализации;
- дистанционного управления.

Существуют следующие способы защиты от ЭМП:

- 1) увеличение расстояния от источника (экран должен находиться на расстоянии не менее 50 см от пользователя);
- 2) применение приэкранных фильтров, специальных экранов и других средств индивидуальной защиты.

На предприятиях, производственная деятельность которых связана с вредными веществами, должны быть: разработаны нормативно-технические документы по безопасности труда при производстве, применении и хранении вредных веществ, выполнены комплексы организационно-технических, санитарно-гигиенических и медико-биологических мероприятий.

Мероприятия по обеспечению безопасности труда при контакте с вредными веществами должны предусматривать:

- замену вредных веществ в производстве наименее вредными, сухих способов переработки пылящих материалов - мокрыми;
- выпуск конечных продуктов в непылящих формах;
- замену пламенного нагрева электрическим, твердого и жидкого топлива - газообразным;
- ограничение содержания примесей вредных веществ в исходных и конечных продуктах;
- применение прогрессивной технологии производства (замкнутый цикл, автоматизация, комплексная механизация, дистанционное управление, непрерывность процессов производства, автоматический контроль процессов и операций), исключаящей контакт человека с вредными веществами;
- выбор соответствующего производственного оборудования и коммуникаций, не допускающих выделения вредных веществ в воздух рабочей зоны в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации при нормальном ведении технологического процесса, а также правильную

эксплуатацию санитарно-технического оборудования и устройств (отопления, вентиляции, водопровода, канализации);

- рациональную планировку промышленных площадок, зданий и помещений;

- применение специальных систем по улавливанию и утилизации абгазов, рекуперацию вредных веществ и очистку от них технологических выбросов, нейтрализацию отходов производства, промывных и сточных вод;

- применение средств дегазации, активных и пассивных средств взрывозащиты и взрывоподавления;

Правила безопасности при работе с печью:

Для безопасной эксплуатации печи должны быть предусмотрены взрывные окна не менее одного на каждые 100 м³ объема с общим проходом не менее 500×500 мм в безопасном для персонала месте или с отводом продуктов взрыва в безопасное для персонала место. Допускается не устанавливать взрывные предохранительные устройства в топочной камере трубчатой печи, если это обосновано проектом и согласовано с организацией - владельцем печи.

Перед пуском печи необходимо убедиться в отсутствии каких-либо предметов в камере сгорания, дымоходах - боровых, все люки и лазы должны быть закрыты.

В период розжига печи должны быть включены все приборы контроля, предусмотренные технологическим регламентом, и вся сигнализация.

Перед розжигом печи, работающей на газе, необходимо проверить плотность закрытия рабочих и контрольных вентилях на всех горелках, сбросить конденсат из топливной линии. Система подачи газа должна исключать попадание конденсата в горелки

Розжиг печи должен начинаться с розжига дежурных горелок. В том случае, если дежурная горелка (горелки) не разожглась (разожглись) с трех попыток, следует повторить продувку топочного пространства.

Розжиг основных горелок должен осуществляться при работающих дежурных горелках, минимальной регламентированной циркуляции сырья в змеевике и регламентированных значениях подачи топлива.

Трубопроводы подачи топлива ко всем неработающим (в том числе и временно неработающим) горелкам должны быть отглушены.

Печи должны быть оборудованы средствами автоматической подачи водяного пара в топочное пространство и в змеевики при прогаре труб, а также средствами автоматического отключения подачи сырья и топлива при авариях в системах змеевиков.

При эксплуатации трубчатой нагревательной печи необходимо следить за показаниями контрольно - измерительных приборов, вести визуальный контроль за состоянием труб змеевика, трубных подвесок и кладки печи. При наличии отдулин на трубах, их прогаре, деформации кладки или подвесок, пропуске ретурбентов потушить горелки, прекратить подачу в печь продукта, подать в топку пар и продуть трубы паром или инертным газом по ходу продукта. Дверцы камер во время работы печи должны быть закрыты. Необходимо вести наблюдение за установленным режимом горения, горелки должны быть равномерно нагружены, факел должен иметь одинаковые размеры, не бить в перевальную стенку и не касаться труб потолочного и подового экранов.

Мероприятия по обеспечению электробезопасности электроустановок:

- отключение напряжения с токоведущих частей, на которых или вблизи которых будет проводиться работа, и принятие мер по обеспечению невозможности подачи напряжения к месту работы.

- вывешивание плакатов, указывающих место работы

- заземление корпусов всех установок через нулевой провод.

- покрытие металлических поверхностей инструментов надежной изоляцией

- недоступность токоведущих частей аппаратуры (заклучение в корпуса электро-поражающих элементов, заклчение в корпус токоведущих частей).

4.3 Экологическая безопасность

4.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Углеродная таблетка не оказывает негативного влияния на атмосферу, гидросферу или литосферу.

Среди веществ, которые вступают в химическую реакцию с фторопластом, можно назвать хлорид фтора и некоторые другие растворы.

Парафино-фторопластовые отходы (ПФО) производства фторопласта Ф-4Д, которые образуются в наибольшем количестве, не утилизируются и представляют опасность для окружающей среды. ПФО производства фторопласта Ф-4Д образуются в процессе полимеризации тетрафторэтилена (ТФЭ) в водной среде в присутствии инициатора полимеризации, парафина, фторорганических ПАВ. Несмотря на значительные усилия в области совершенствования технологии получения фторопласта Ф-4Д количество отходов, образующихся при его производстве, достигает 400 т/год, имея тенденцию роста.

Наличие примесей парафина, фторсодержащих ПАВ и маточного раствора, входящих в состав отходов Ф-4Д, обуславливает низкие качественные показатели получаемых из отходов фторопласта изделий за счет снижения прочности при разрыве (на 50-70%), уменьшения термостабильности, пластичности, что препятствует утилизации этих отходов традиционными способами (экструзия, каландрирование).

ПФО производства фторопласта Ф-4Д относятся к опасным для окружающей среды (3 класс), что подтверждено биотестированием водных вытяжек из отходов, проведенным с использованием дафний, цериодафний и водорослей.

Оценка ПФО по степени воздействия на среду обитания и здоровье человека расчетным методом, выполненная согласно СП 2.1.7.1386-03 «Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов

производства и потребления», позволяет отнести их к отходам 2 класса опасности.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией (ЧС) при проведении исследования является возникновение пожара в рабочем помещении.

Согласно в зависимости от характеристики используемых в производстве веществ и их количества, по пожарной и взрывной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В, Г, Д. Так как помещение по степени пожаровзрывоопасности относится к категории В, т.е. к помещениям с твердыми сгорающими веществами, необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий. [16]

Возможные причины загорания:

- неисправность токоведущих частей установок;
- работа с открытой электроаппаратурой;
- короткие замыкания в блоке питания;
- несоблюдение правил пожарной безопасности;
- наличие горючих компонентов: документы, двери, столы, изоляция кабелей и т.п.

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на: организационные, технические, эксплуатационные и режимные.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий и территорий, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности, издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации.

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и

оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования. [16]

К режимным мероприятиям относятся, установление правил организации работ, и соблюдение противопожарных мер. Для предупреждения возникновения пожара от коротких замыканий, перегрузок и т. д. необходимо соблюдение следующих правил пожарной безопасности:

- исключение образования горючей среды (герметизация оборудования, контроль воздушной среды, рабочая и аварийная вентиляция);
- применение при строительстве и отделке зданий негорючих или трудно сгораемых материалов;
- правильная эксплуатация оборудования (правильное включение оборудования в сеть электрического питания, контроль нагрева оборудования);
- правильное содержание зданий и территорий (исключение образования источника воспламенения
- предупреждение самовозгорания веществ, ограничение огневых работ);
- обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности;
- издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации;
- соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения;
- правильное размещение оборудования;
- своевременный профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования. [16]

При возникновении аварийной ситуации необходимо:

- Сообщить руководству (дежурному).
- Позвонить в соответствующую аварийную службу или МЧС (112).
- Принять меры по ликвидации аварии в соответствии с инструкцией.

4.5 Выводы по разделу

В данном разделе были рассмотрены вопросы социальной ответственности, к которым относятся правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, производственная безопасность, экологическая безопасность, а также безопасность в ЧС.

В первой части раздела были рассмотрены специальные правовые нормы трудового законодательства и организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя.

В подразделе «Производственная безопасность» проведен анализ исследование вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при эксплуатации объекта исследования и которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований, также были рассмотрены мероприятия по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.

В подразделе «Экологическая безопасность» приведен обзор возможного влияния объекта исследования на окружающую среду, проведен анализ влияния процесса исследования на окружающую среду, также были рассмотрены мероприятия по защите окружающей среды.

В заключительном подразделе «Безопасность в чрезвычайных ситуациях» проведен анализ вероятной чрезвычайной ситуации (ЧС), которая может возникнуть на рабочем месте при проведении исследований. Помимо этого, были рассмотрены мероприятия по пожарной профилактике, также приведен порядок действий в случае возникновения пожара.

Выводы

1. Проведён анализ свойств углеродных материалов, используемых при сорбции водорода и веществ, выступающих в роли пластификаторов при фабрикации таблеток. Анализ свойств этих материалов позволил получить необходимые данные для проведения дальнейших теоретических и экспериментальных исследований.

2. Определен ряд основных параметров для процесса изготовления углеродных таблеток, к которым относятся доля фторопласта, входящего в состав таблетки, давление прессования при изготовлении образцов и предельная температура нагрева заготовок

3. Изготовлены углеродные таблетки из пресс-порошков различного состава и проведён их анализ. Установлено, что наибольший объём пор достигается при добавлении к углероду 5 % фторопласта и составляет 25,4 % от объема, что на 1,8 % больше, чем у таблеток из чистого углерода, т.е. таблетки данного состава наиболее перспективны в плане сорбционного процесса

Заключение

Результаты проведенных исследований могут быть использованы для создания таблетлируемых форм хранения водорода на основе углеродных сорбентов при котором будет обеспечиваться невозможность его детонации в случае разгерметизации системы хранения, максимальный объём пор, и экономическая оправданность предлагаемого способа.

5. Список используемых источников

1. Дигонский С. В., Тен В. В. Неизвестный водород. – СПб: Наука, 2006.
2. Тарасов Б.П., Гольдшлегер Н.Ф. // Альтернативная энергетика и экология. – 2002. – №3. – с. 20-38.
3. Борецкий Е. А. Сорбция водорода наноструктурными углеродными материалами: дипломный проект / Е. А. Борецкий; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Физико-технический институт (ФТИ), Кафедра технической физики (№23) (ТФ); науч. рук. Д. Г. Видяев. — Томск, 2016.
4. Statistics [Электронный ресурс] / International Energy Agency – Режим доступа: <http://www.iea.org/statistics/>, свободный. (Дата обращения 17.04.2020).
5. Удельная теплота сгорания топлива и горючих материалов [Электронный ресурс] / Справочник по свойствам веществ и материалов: плотность, теплопроводность, теплоемкость, вязкость и другие физические свойства веществ в таблицах в зависимости от температуры и давления – Режим доступа: <http://thermalinfo.ru/eto-interesno/udelnaya-teplota-sgoraniya-topliva-i-goryuchih-materialov#teplota-sgoraniya-zhidkogo-topliva>, свободный (Дата обращения 20.04.2020).
6. Каплан И. Г. Введение в теорию межмолекулярных взаимодействий. — М.: Наука, 1982. — 312 с.
7. Егорова Е.В. Поверхностные явления и дисперсные системы. Учебное пособие / Егорова Е.В, Поленов Ю.В. Иваново, 2008. – 83 с.
8. Стеарат натрия // Химический портал №1 в России URL: <https://chem.ru/stearat-natrija.html> (дата обращения: 22.04.2020).
9. Фторопластовая суспензия // НПП Пластоплимер URL: <http://plastopolimer.ru/produksiya/poroshki-ftorkauchuk.html> (дата обращения: 23.04.2020).

10. Организация, нормирование и оплата труда: Учебное пособие / А. С. Головачев, Н. С. Березина, Н. Ч. Бокун и др.; Под общ. Ред. А. С. Головачева. – М.: Новое знание, 2004. – 496 с. /Глава 5.
11. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».
12. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. «Гигиенические требования к ПЭВМ и организация работы».
13. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
14. РД 3688- 00220302-003-04. Трубчатые нагревательные печи. Требования к проектированию, изготовлению и эксплуатации.
15. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность.
16. Пожаро и взрывобезопасность промышленных объектов. ГОСТ Р12.1.004 – 85 ССБТ Пожарная безопасность.